GNSS局の沈降から地上の水分布を推定するプログラム grnest.f

北海道大学　日置幸介 [heki@sci.hokudai.ac.jp](mailto:heki@sci.hokudai.ac.jp)

1. 目的

台風や梅雨前線の活動による線状降水帯はしばしば日本列島に洪水をもたらす。このプログラムは日本列島に展開されたGNSS網 (GEONET)で得られた鉛直変位（隆起沈降）データを入力として、それを再現する荷重分布（荷重は水を想定）を最小自乗法で推定するものである。

2. モデル

点荷重による半無限弾性体の変形はFarrell (1972 J. Geophys. Res.)で定式化されているが、本プログラムではそこで与えられているグリーン関数を用いた。また弾性体の硬さを剛性率としてプログラム中で30 GPaとして与えている。また荷重は東西1/6度、南北1/4度のブロックに分けて推定する。解の安定化を図るために連続性を拘束している（隣同士のブロックの荷重の差をゼロの周りに標準偏差100 cmで拘束している。プログラム中で与えているこの値を小さくすると拘束が強くなり解は空間的に滑らかになるが、細部が失われる可能性もある。また海上の荷重はゼロとしている（海水の荷重は洪水に関係なく一定）。

3. ファイル

Fortran source ファイルgrnest.fに加えて、サンプルとして以下のファイルを添付する

●入力ファイル(up\_f5.191012)：2019年10/12日（令和元年台風19号上陸日）のGEONET点上下位置の前後15日のメジアンに対する値。経度、緯度、隆起（負の値は沈降）の三つの値が各行に含まれる。標準入力としてプログラムにリダイレクト。

●出力ファイル(temp)：推定されたブロック毎の水の厚さ(cm)、gmtで四角の領域として水の厚さを色で示すような形式のASCIIファイルである（各ブロックは６行からなり、水の厚さを示す行に続いて四角の頂点の経度・緯度が続く（ポリゴンを閉じるために最初の点が二度現れるので５行）。プログラムの標準出力として出てくるので必要に応じてファイルにリダイレクトする。

●ブロックの設定ファイル(blocks\_e.lod)：本州東部陸地を覆う500個弱のブロックの配置を定義するファイル。このファイル中で海を示す.(ピリオド)以外の文字が書かれたところが陸地である（ピリオド以外ならなんでも良い）。プログラムによって自動的に読み込まれる(inputというフォルダの下においておく)。

●計算された上下変位のファイル(calcv)：各ブロックに対して推定された荷重分布を用いて計算された上下変位の値を格納したファイル。推定が成功していれば入力ファイルと同じようなパターンが見えるはずである。プログラムによって自動的にdataと呼ばれるフォルダの下に作成される。

●カラーパレット(load\_cm.cpt)：gmtで色付けをするのに用いるカラーパレット。青が正の荷重（雨水等）、赤は負の荷重（普段より乾燥している等）。また局の隆起沈降を示す図で用いたカラーパレット(subsidence.cpt)も添付する。

●スクリプト(grnest):一連の計算を描画のためのgmt (v.5)スクリプト。下に示す図を作成するのに用いたもの。

地図のスクリーンショット

自動的に生成された説明

左が入力データ（GEONET点の隆起沈降）、中が推定された荷重に基づいて計算された隆起沈降で左の図とほぼ調和的である。右に推定された荷重分布を示す。雨量の多かった伊豆、福島県浜通、宮城、岩手から青森にかけての海岸部で大きな正の荷重が分布する。赤で示される負の荷重は雨の荷重がそれほど多くない地域において台風に伴う低気圧（大気荷重が普段より小さい）が現れたものであろう。